

Process for operating an internal combustion engine with an exhaust gas turbocharger comprises producing and carrying out a boost pressure reduction mode

Patent number: DE10154151
Publication date: 2003-05-15
Inventor: BAIER THOMAS (DE); HANSEN KLAUS (DE); HERTWECK GERNOT (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- international: F02B37/22; F02D21/08; F02M25/07; F02D41/30
- european: F02B37/24; F02D21/08B; F02D35/00D6; F02D37/00; F02D41/00D4; F02D41/12; F02D43/04; F02M25/07J
Application number: DE20011054151 20011103
Priority number(s): DE20011054151 20011103

Abstract of DE10154151

Process for operating an internal combustion engine with an exhaust gas turbocharger comprises the following measures to produce and carry out a boost pressure reduction mode in the event that the quantity of fuel injected within a defined period is reduced so that the amount of change in the fuel quantity exceeds a reference value: adjusting a variable turbine geometry (8) of the exhaust gas turbine (3) in the direction of an open position extending the free flow cross-section to the turbine wheel, and opening the exhaust gas return valve (12). Preferred Features: Additional conditions for adjusting the boost pressure reduction are that the engine speed and the quantity of fuel injected per unit time fall below a reference value.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 54 151 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 02 B 37/22
F 02 D 21/08
F 02 M 25/07
F 02 D 41/30

⑲ Aktenzeichen: 101 54 151.1
⑳ Anmeldetag: 3. 11. 2001
㉔ Offenlegungstag: 15. 5. 2003

⑦1 Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Baier, Thomas, Dipl.-Ing., 72768 Reutlingen, DE;
Hansen, Klaus, Dipl.-Ing., 73666 Baltmannsweiler,
DE; Hertweck, Gernot, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader und Abgasrückführungseinrichtung
- ⑤7 Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader und Abgasrückführungseinrichtung wird für den Fall, dass die eingespritzte Kraftstoffmenge in der Weise reduziert wird, dass der Betrag der Änderung der Kraftstoffmenge einen Referenzwert überschreitet, eine variable Turbinengeometrie der Abgasturbine in Richtung ihrer den Strömungsquerschnitt zum Turbinenrad erweiternden Öffnungsposition verstellt und außerdem das Abgasrückführventil geöffnet.

DE 101 54 151 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader und Abgasrückführungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der Druckschrift AT 002 540 U1 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, die mit einem Abgasturbolader mit einer Abgasturbine im Abgasstrang und einem Verdichter im Ansaugtrakt ausgestattet ist und darüber hinaus eine Abgasrückführvorrichtung aufweist. Die Abgasturbine wird von den unter Überdruck stehenden Abgasen angetrieben und überträgt über eine Welle die Arbeitsbewegung auf den Verdichter, der angesaugte Verbrennungsluft auf einen erhöhten Ladedruck komprimiert, unter dem die Verbrennungsluft dem Zylindereinlass der Brennkraftmaschine zugeführt wird. Zur Reduzierung der Stickstoffemissionen kann in bestimmten Betriebsweisen der Brennkraftmaschine, insbesondere bei hoher Last und Drehzahl, über die Abgasrückführungsvorrichtung ein Teilstrom des Abgases aus dem Abgasstrang zurück in den Ansaugtrakt geleitet werden. Die Abgasrückführungsleitung zweigt stromauf der Abgasturbine vom Abgasstrang ab und mündet stromab des Verdichters in den Ansaugtrakt.

[0003] Um einen Betrieb des Verdichters im Bereich der Pumpgrenze bzw. ein Überschreiten der Pumpgrenze, bei der die Strömung im Verdichter abreißt und ein periodisches Pulsieren der Strömung entstehen kann, zu verhindern, kann in bestimmten Situationen der Ladedruck stromab des Verdichters abgebaut werden, indem über die Abgasrückführungsvorrichtung ein Teil der verdichteten Verbrennungsluft vom Ansaugtrakt stromab des Verdichters in den Abgasstrang stromauf der Abgasturbine überführt wird. Die Abgasrückführungsvorrichtung weist hierzu zwei parallele Leitungen mit jeweils einem Ventil auf, von denen eines als Rückführventil und eines als Abblaseventil ausgeführt wird. Das Abblaseventil ist als druckgesteuertes Ventil ausgebildet, welches einen Strömungsweg von der Ansaugseite zur Abgasseite nur für den Fall freigibt, dass die Druckdifferenz einen Mindestwert übersteigt.

[0004] Dies ist aber insbesondere in dynamischen Übergangsbereichen mit plötzlichem Abfall der Einspritzung, beispielsweise bei abgebrochenen Anfahrvorgängen am Berg, nicht immer sicher gewährleistet, da trägheitsbedingte Verzögerungen beim Abbau des Abgasgegendruckes berücksichtigt werden müssen, die einem positiven Druckabfall von Ladedruck zu Abgasgegendruck entgegenstehen. In derartigen Situationen kann daher ein ungünstiges Druckverhältnis über den Verdichter entstehen, das zu einem Betrieb des Verdichters im Bereich der Pumpgrenze führt.

[0005] Ein weiterer Nachteil liegt in der vergleichsweise aufwendig gestalteten Abgasrückführungsvorrichtung, welche zusätzlich zu dem Leitungsstrang für die Abgasrückführung und dem darin angeordneten Abgasrückführventil einen parallelen Leitungsstrang für den Ladedruckabbau und dem darin angeordneten Abblaseventil enthält.

[0006] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, bei einer aufgeladenen Brennkraftmaschine über eine lange Betriebsdauer einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Es sollen insbesondere Schäden am Turbolader, welche auf einen Betrieb des Verdichters im Bereich der Pumpgrenze zurückzuführen sind, vermieden werden.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Das Verfahren unterscheidet sich von den aus dem Stand der Technik bekannten Betriebsweisen aufgeladener Brennkraftmaschinen mit Abgasrückführung durch eine Reihe von Merkmalen. Zum einen wird eine konventionelle,

jedoch unabhängig von den Druckverhältnissen im Ansaugtrakt und im Abgasstrang steuerbare Abgasrückführungseinrichtung eingesetzt, um erhöhten Ladedruck abzubauen, wodurch sich der konstruktive Aufwand für die Abblasungseinrichtung erheblich reduziert, da auf eine bereits vorhandene Ventileinrichtung zurückgegriffen werden kann, die für die Abblasung lediglich in einer neuen Betriebsart verwendet wird.

[0009] Zum anderen kann der Abgasgegendruck grundsätzlich in einem großen Betriebsbereich abgebaut werden, indem eine variable Turbinengeometrie der Abgasturbine – oder ein Bypass im Falle einer Klappenturbine – in Richtung der Öffnungsposition versetzt wird, wodurch der freie Strömungsquerschnitt zum Turbinenrad erweitert und in kurzer Zeit ein erhöhter Abgasmassenstrom abgeleitet werden kann. Dadurch kann ein eine Ladedruckabblaseung ermöglichendes Druckgefälle von Ansaugseite in Richtung Abgasseite eingestellt werden.

[0010] Schließlich werden die Auslösebedingungen für die Umschaltung in den Ladedruckabbau-Modus präzise definiert, wodurch die Erkennung von Situationen, in denen eine Abblasung angezeigt ist, erleichtert wird. Die Brennkraftmaschine wird für den Fall in den Ladedruckabbau-Modus überführt, dass die in die Brennräume eingespritzte Kraftstoffmenge innerhalb eines definierten Zeitraumes in der Weise reduziert wird, dass der Betrag der Änderung der Kraftstoffmenge einen Referenzwert überschreitet. Mit dieser für den Ladedruckabbau zu erfüllenden Bedingung wird sichergestellt, dass bei transienten Verzögerungsvorgängen des Fahrzeuges – schneller Übergang vom Zugbetrieb in den Schubbetrieb bei relativ geringer Motordrehzahl, z. B. ausgelöst durch einen abgebrochenen Anfahrvorgang am Berg mit einem Automatikfahrzeug – ein Luftmassenstau im Ansaugtrakt über die Abgasrückführeinrichtung abgebaut wird, so dass insbesondere bei den unter diesen Bedingungen herrschenden geringen Drehzahlen und kritischen Druckverhältnissen am Verdichter ein Verdichterpumpen vermieden werden kann.

[0011] Ein weiterer Vorteil des Kriteriums der Änderung der eingespritzten Kraftstoffmenge liegt darin, dass dieses Kriterium für sich genommen bereits ausreicht, um einen kritischen Verdichterstzustand im Bereich der Pumpgrenze zu erkennen. Eine Druckmessung stromauf und/oder stromab des Verdichters und/oder im Abgasgegendruck stromauf der Abgasturbine ist dagegen nicht erforderlich. Die Information über den Abgasgegendruck ist insbesondere aus dem Grunde entbehrlich, da der Abgasgegendruck durch eine Öffnung der variablen Turbinengeometrie – gegebenenfalls durch eine Ableitung über einen Bypass zur Turbine – reduziert wird, wodurch in zuverlässiger Weise ein Druckgefälle von Ansaug- zu Abgasseite einstellbar ist.

[0012] Die Kenntnis über den Ladedruck stromab des Verdichters ist zwar nicht zwingend erforderlich, kann jedoch hilfreich sein, um diejenigen Betriebszustände, in denen eine Abblasung des Ladedruckes über die Abgasrückführungseinrichtung erfolgt, zu präzisieren. Hierbei wird insbesondere überprüft, ob der Ladedruck einen zugeordneten Referenzwert überschreitet. Des Weiteren kann es zweckmäßig sein, als zusätzliche Bedingung für die Überführung in den Ladedruckabbau-Modus zu überprüfen, ob die eingespritzte Kraftstoffmenge einen Referenzwert unterschreitet und der Abgasgegendruck stromauf der Abgasturbine ebenfalls einen zugeordneten Referenzwert unterschreitet.

[0013] Vorteilhaft werden die Öffnungsdauer und der Öffnungshub des Rückführventils im Ladedruckabbau-Modus gemäß einer vorgegebenen Öffnungsfunktion durchgeführt, die bevorzugt eine differentielle Funktion mit Verzögerung erster Ordnung ist, welche sich durch einen hohen Anfangs-

hub auszeichnet, der mit einer applizierbaren Zeitkonstante abfällt. Die über die Zeitkonstante wählbare Öffnungsdauer wird hierbei so gewählt, dass das Ventil einerseits für einen ausreichenden Ladedruckabbau lange genug geöffnet ist, andererseits den Ladedruckabbau aber begrenzt, um nach einer Rückkehr in den Normalmodus in kurzer Zeit ein ausreichend hohes Druckniveau im Ansaugtrakt und im Abgasstrang herstellen zu können, welches ein zügiges Beschleunigen ermöglicht.

[0014] Der Ladedruckabbau-Modus wird vorteilhaft wieder verlassen und der Normalmodus wieder eingenommen, wenn die eingespritzte Kraftstoffmenge innerhalb eines definierten Zeitraumes in der Weise erhöht wird, dass die Änderung der Kraftstoffmenge einen Referenzwert überschreitet. Dies entspricht dem Auslösekriterium für die Überführung in den Ladedruckabbau-Modus, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen, da nunmehr die Zunahme der Kraftstoffmengeneinspritzung als Kriterium für die Beendigung des Ladedruckabbau-Modus und Überführung in den Normalmodus herangezogen wird.

[0015] Zweckmäßig wird als Abgasrückführventil in der Abgasrückführungseinrichtung ein hochdynamisches Ventil mit kurzen Reaktionszeiten verwendet, welche insbesondere weniger als 50 ms betragen, um sicherzustellen, dass das Rückführventil innerhalb der geforderten kurzen Zeiten geöffnet und geschlossen werden kann.

[0016] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

[0017] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine mit Abgasrückführungseinrichtung, die über eine Regelungs- und Steuerungseinheit in Abhängigkeit des aktuellen Betriebszustandes der Brennkraftmaschine entweder in einem Normalmodus betrieben werden kann, in welchem eine Abgasrückführung von der Abgasseite in die Ansaugseite erfolgt, oder in einem Ladedruckabbau-Modus betrieben werden kann, in welchem Ladedruck aus der Ansaugseite über die Abgasrückführung in den Abgasstrang geleitet wird.

[0018] Fig. 2 ein Ablaufdiagramm mit den Einzelschritten zur Überführung der Betriebsweise der Brennkraftmaschine vom Normalmodus in den Ladedruckabbau-Modus und umgekehrt.

[0019] Die in Fig. 1 dargestellte Brennkraftmaschine 1, bei der es sich insbesondere um eine Diesel-Brennkraftmaschine, gegebenenfalls aber auch um eine Otto-Brennkraftmaschine handelt, umfasst einen Abgasturbolader 2 mit einer Abgasturbine 3 im Abgasstrang 4 der Brennkraftmaschine und mit einem Verdichter 5 im Ansaugtrakt 6, wobei der Verdichter 5 über eine Welle 7 von der Abgasturbine 3 angetrieben wird. Das Turbinenrad der Abgasturbine 3 wird von den unter dem Abgasgegendruck p_3 stehenden Abgasen im Abgasstrang zwischen dem Zylinderauslass der Brennkraftmaschine 1 und der Abgasturbine 3 beaufschlagt und überträgt seine Drehbewegung über die Welle 7 auf ein Verdichterrad, welches Verbrennungsluft ansaugt, die unter dem Atmosphärendruck p_1 steht, und auf einen erhöhten Druck p_2 verdichtet. Nach dem Durchströmen der Abgasturbine 3 nimmt das Abgas einen entspannten Druck p_4 ein, unter dem das Abgas einer katalytischen Reinigungseinheit zugeführt und anschließend in die Atmosphäre abgeleitet wird.

[0020] Auf der Luftseite wird die unter dem erhöhten Druck p_2 stehende Verbrennungsluft stromab des Verdichters 5 einem Ladeluftkühler 9 zugeführt, in welchem die Verbrennungsluft gekühlt wird, und anschließend mit dem Ladedruck p_{2s} den Zylindereinlässen der Brennkraftmaschine 1 zugeführt.

[0021] Die Abgasturbine 3 ist mit einer variablen Turbi-

nengeometrie 8 ausgestattet, welche im Betrieb der Brennkraftmaschine – sowohl in der befeuerten Antriebsbetriebsweise als auch im Motorbremsbetrieb – eine veränderliche Einstellung des wirksamen Strömungseintrittsquerschnitts zum Turbinenrad der Abgasturbine erlaubt. Die variable Turbinengeometrie 8 ist zwischen einer Öffnungsstellung mit maximalem Strömungseintrittsquerschnitt und einer Schließstellung mit minimalem Strömungseintrittsquerschnitt zu verstellen. Die variable Turbinengeometrie ist beispielsweise als verstellbares Leitgitter ausgebildet, welches axial in den freien Strömungseintrittsquerschnitt einschiebbar ist oder über verstellbare Leitschaufeln verfügt.

[0022] Weiterhin ist eine Abgasrückföhreinrichtung 10 vorgesehen, die eine Rückföhrlleitung 11 zwischen dem Abgasstrang 4 stromauf der Abgasturbine 3 und dem Ansaugtrakt 6 stromab des Ladeluftkühlers 9 sowie ein einstellbares Rückföhrlventil 12 und optional einen Kühler 13 umfasst.

[0023] In einer Regel- und Steuereinheit 14 sind in Abhängigkeit von Zustands- und Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 Stellsignale zur Einstellung des Rückföhrlventils 12 in der Abgasrückföhrlungseinrichtung 10 sowie der variablen Turbinengeometrie 8 der Abgasturbine 3 erzeugbar. Die Regel- und Steuereinheit 14 kommuniziert über Signalleitungen 15, 16 und 17 mit der Brennkraftmaschine, dem Rückföhrlventil sowie der variablen Turbinengeometrie.

[0024] Im normalen Betriebsmodus wird in der befeuerten Antriebsbetriebsweise die Abgasrückföhrlungseinrichtung 10 zur Rückföhrlung eines Teilstromes des Abgases aus dem Abgasstrang 4 in den Ansaugtrakt 6 geöffnet, sofern der Abgasgegendruck p_3 den Ladedruck p_{2s} übersteigt. Die Rückföhrlung von Abgas erfolgt insbesondere bei höheren Lasten und Drehzahlen mit dem Zwecke einer Reduzierung von Stickoxiden im Abgas.

[0025] Um bei kritischen Druckverhältnissen zwischen dem atmosphärischen Ansaugdruck p_1 und dem erhöhten Verdichtungsdruck p_2 ein Verdichterpumpen zu verhindern, bei dem es zu Strömungsablösungen am Verdichter kommt, welche mit einem unangenehmen, pulsierenden Geräusch sowie einer hohen mechanischen Belastung des Verdichterrades verbunden sind, kann in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, insbesondere bei einer plötzlichen Rücknahme der Gaspedalbetätigung, die Abgasrückföhrlungseinrichtung 10 geöffnet werden, um Ladedruck p_{2s} bzw. p_2 abzubauen, indem ein Teilmassenstrom der Verbrennungsluft stromab des Ladeluftkühlers 9 und stromauf des Zylindereinlasses der Brennkraftmaschine über die Abgasrückföhrlungseinrichtung 10 in den Abgasstrang 4 abgeleitet wird. Dieser Ladedruckabbau-Modus wird insbesondere während Verzögerungsvorgängen des Fahrzeuges eingenommen, beispielsweise bei einem schnellen Übergang vom Zugbetrieb in den Schubbetrieb bei zugleich geringer Motordrehzahl.

[0026] Zugleich wird die variable Turbinengeometrie 8 in ihre Öffnungsstellung überföhrlt, in der der Strömungseintrittsquerschnitt zum Turbinenrad ein Maximum einnimmt, um den Abgasgegendruck abzusenken und ein positives Druckverhältnis vom Ansaugtrakt 6 hin zum Abgasstrang 4 einzustellen, der ein Abblasen verdichteter Verbrennungsluft aus dem Ansaugtrakt über die Abgasrückföhrlungseinrichtung 10 ermöglicht. Sowohl das Rückföhrlventil 12 als auch die variable Turbinengeometrie 8 werden hierbei über Stellsignale der Regel- und Steuereinheit 14 eingestellt. Dies gilt in gleicher Weise für die Beendigung des Ladedruckabbau-Modus.

[0027] In Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm zur Umschaltung vom normalen Betriebsmodus in den Ladedruckabbau-Modus und umgekehrt dargestellt. Ausgehend vom Normalbe-

triebsmodus gemäß Verfahrensblock 2.1, in welchem das Abgasrückführventil ("AGR-Ventil") und die variable Turbinengeometrie von der Regel- und Steuereinheit ("AGR-Regler") der Brennkraftmaschine nach verbrennungsmotorischen Gesichtspunkten bzw. zur Erzeugung von Bremsleistung eingestellt werden, werden vor der Überführung in den Ladedruckabbau-Modus gemäß Verfahrensschritt 2.5 drei Bedingungen in den Verfahrensschritten 2.2 bis 2.4 abgefragt, die zur Einstellung des Ladedruckabbau-Modus kumulativ erfüllt sein müssen.

[0028] Im Verfahrensschritt 2.2 wird zunächst abgefragt, ob der Betrag der Änderung der eingespritzten Kraftstoffmenge $|\Delta m_K|$ größer ist als ein zugeordneter Referenzwert $m_{K,Rn}$, welcher einen Referenzwert für den negativen Gradienten der Kraftstoffmenge darstellt. Über diese Bedingung soll der Zustand erfasst werden, dass die Gaspedalbetätigung vom Fahrer innerhalb kurzer Zeit zurückgenommen worden ist. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, wird der Nein-Verzweigung entsprechend wieder zum Normalbetriebsmodus nach Verfahrensschritt 2.1 zurückgekehrt; die Brennkraftmaschine verbleibt im Normalbetriebsmodus bis zu einer erneuten Abfrage der Bedingungen 2.2 bis 2.4.

[0029] Für den Fall, dass die Abfrage nach Verfahrensschritt 2.2 erfüllt ist, ist eine plötzliche Rücknahme der Gaspedalbetätigung durch den Fahrer festgestellt worden und es wird der Ja-Verzweigung entsprechend zur folgenden Abfrage im Verfahrensschritt 2.3 fortgefahren, in der abgefragt wird, ob die Motordrehzahl n_{Mot} einen zugeordneten Referenzwert $n_{Mot,R}$ unterschreitet. Über diese Abfrage soll sichergestellt werden, dass der Ladedruckabbau-Modus nur in geringen Drehzahlbereichen erreicht wird. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird der Nein-Verzweigung entsprechend wiederum zum Verfahrensschritt 2.1 zurückgekehrt. Andernfalls wird der Ja-Verzweigung entsprechend zur folgenden Abfrage zum Verfahrensschritt 2.4 fortgefahren.

[0030] Im Verfahrensschritt 2.4 wird als weitere Bedingung abgefragt, ob die absolute Kraftstoffmenge m_K , welche über einen gegebenen Einspritzzeitraum eingespritzt worden ist, einen zugeordneten Referenzwert $m_{K,R}$ unterschreitet, wobei über diese Abfrage sichergestellt werden soll, dass die Brennkraftmaschine sich in einem niedrigen Lastzustand befindet. Falls die Bedingung nicht erfüllt ist, wird wiederum der Nein-Verzweigung entsprechend zum Verfahrensschritt 1 zurückgekehrt. Falls die Bedingung erfüllt ist, wird der Ja-Verzweigung entsprechend zum folgenden Verfahrensschritt 2.5 fortgefahren und es wird der Ladedruckabbau-Modus eingestellt.

[0031] Im Ladedruckabbau-Modus wird zunächst die variable Turbinengeometrie geöffnet, um den Abgasgegendruck zu reduzieren und zwischen Ansaugtrakt und Abgasstrang ein positives Druckgefälle herzustellen. Bei einer Öffnung des Abgasrückführventils wird ein Teil der unter Ladedruck stehenden Verbrennungsluft aus dem Ansaugtrakt in den Abgasstrang übergeleitet und dementsprechend Ladedruck abgebaut. Hierbei kann es zweckmäßig sein, die Öffnungsfunktion des Abgasrückführventils sowohl im Hinblick auf die Öffnungsdauer als auch im Hinblick auf den Öffnungshub gemäß einer vorgegebenen Funktion zu steuern.

[0032] Der Ladedruckabbau-Modus kann entweder nach einer regulären Schließung des Abgasrückführventils gemäß der vorgegebenen Funktion verlassen und der Normalbetriebsmodus gemäß Fig. 2.1 wieder eingenommen werden oder, wie in Verfahrensschritt 2.6 dargestellt, für den Fall verlassen werden, dass eine zusätzliche Bedingung erfüllt ist. Diese in Verfahrensschritt 2.6 dargestellte zusätzliche Bedingung betrifft eine Zunahme der eingespritzten Kraftstoffmenge m_K innerhalb eines definierten Zeitraumes, die

mit einem Referenzwert $m_{K,Rp}$ verglichen wird. Sofern die Kraftstoffmengen Zunahme den Referenzwert überschreitet, wird der Ja-Verzweigung entsprechend in den Normalbetriebsmodus nach Verfahrensschritt 2.1 zurückgekehrt. Andernfalls ist die Bedingung für die Rückkehr in den Normalbetriebsmodus nicht erfüllt und es wird der Nein-Verzweigung entsprechend der Ladedruckabbau-Modus beibehalten.

[0033] Als weitere Bedingungen, die für eine Einstellung des Ladedruckabbau-Modus erfüllt sein können, kann gegebenenfalls auch eine Abfrage der Druckwerte für den Ladedruck und den Abgasgegendruck erfolgen. Es kann abgeprüft werden, ob der Ladedruck einen zugeordneten Referenzwert überschreitet und/oder der Abgasgegendruck einen Referenzwert unterschreitet bzw. ein positives Druckverhältnis von Ladedruck zu Abgasgegendruck herrscht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader, umfassend eine Abgasturbine (3) und einen Verdichter (5), und mit einer Abgasrückführungseinrichtung (10), umfassend eine Rückführleitung (11) zwischen dem Abgasstrang (4) stromauf der Abgasturbine (3) und dem Ansaugtrakt (6) stromab des Verdichters (5) sowie ein einstellbares Rückführventil (12), **dadurch gekennzeichnet**,

dass für den Fall, dass die eingespritzte Kraftstoffmenge innerhalb eines definierten Zeitraumes in der Weise reduziert wird, dass der Betrag der Änderung der Kraftstoffmenge ($|\Delta m_K|$) einen Referenzwert ($m_{K,Rn}$) überschreitet, die folgenden Maßnahmen zur Herbei- und Durchführung eines Ladedruckabbau-Modus getroffen werden:

eine variable Turbinengeometrie (8) der Abgasturbine (3) wird in Richtung einer den freien Strömungsquerschnitt zum Turbinenrad erweiternden Öffnungsposition verstellt,

das Abgasrückführventil (12) wird geöffnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzliche Bedingung zur Einstellung des Ladedruckabbaus berücksichtigt wird, dass die Motordrehzahl (n_{Mot}) einen Referenzwert ($n_{Mot,R}$) unterschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzliche Bedingung zur Einstellung des Ladedruckabbaus berücksichtigt wird, dass die pro Zeiteinheit eingespritzte Kraftstoffmenge (m_K) einen Referenzwert ($m_{K,R}$) unterschreitet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzliche Bedingung zur Einstellung des Ladedruckabbaus berücksichtigt wird, dass der Ladedruck (P_{2s}) einen Referenzwert überschreitet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzliche Bedingung zur Einstellung des Ladedruckabbaus berücksichtigt wird, dass der Abgasgegendruck (p_3) stromauf der Abgasturbine (3) einen Referenzwert unterschreitet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungsdauer und der Öffnungshub des Rückführventils (12) einer vorgegebenen Funktion folgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungsfunktion des Rückführventils (12) eine DT_1 -Funktion (differenzielle Funktion mit Verzögerung erster Ordnung) ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da-

durch gekennzeichnet, dass der Ladedruckabbau-Modus wieder verlassen wird, wenn die eingespritzte Kraftstoffmenge innerhalb eines definierten Zeitraumes in der Weise erhöht wird, dass die Änderung der Kraftstoffmenge (\dot{m}_K) einen Referenzwert ($\dot{m}_{K,Rp}$) überschreitet. 5

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

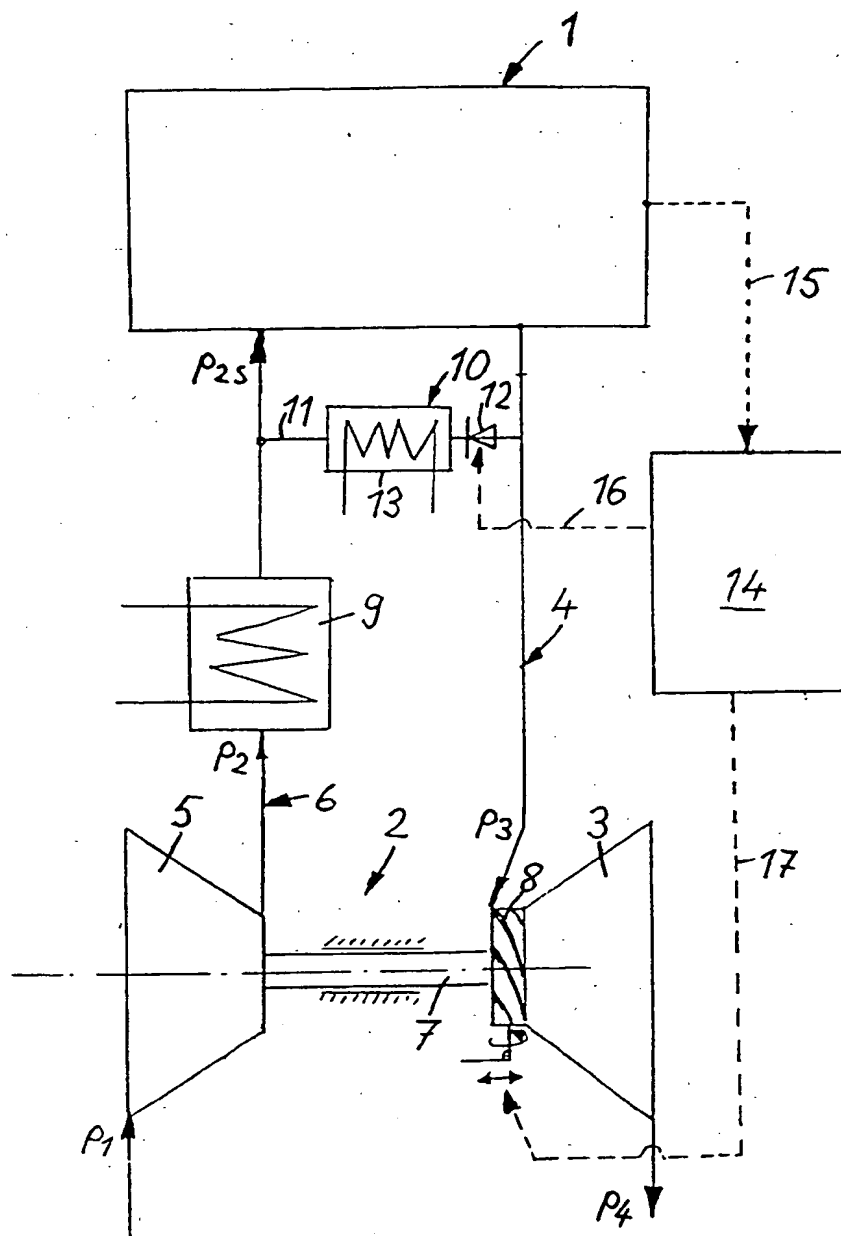


Fig. 1

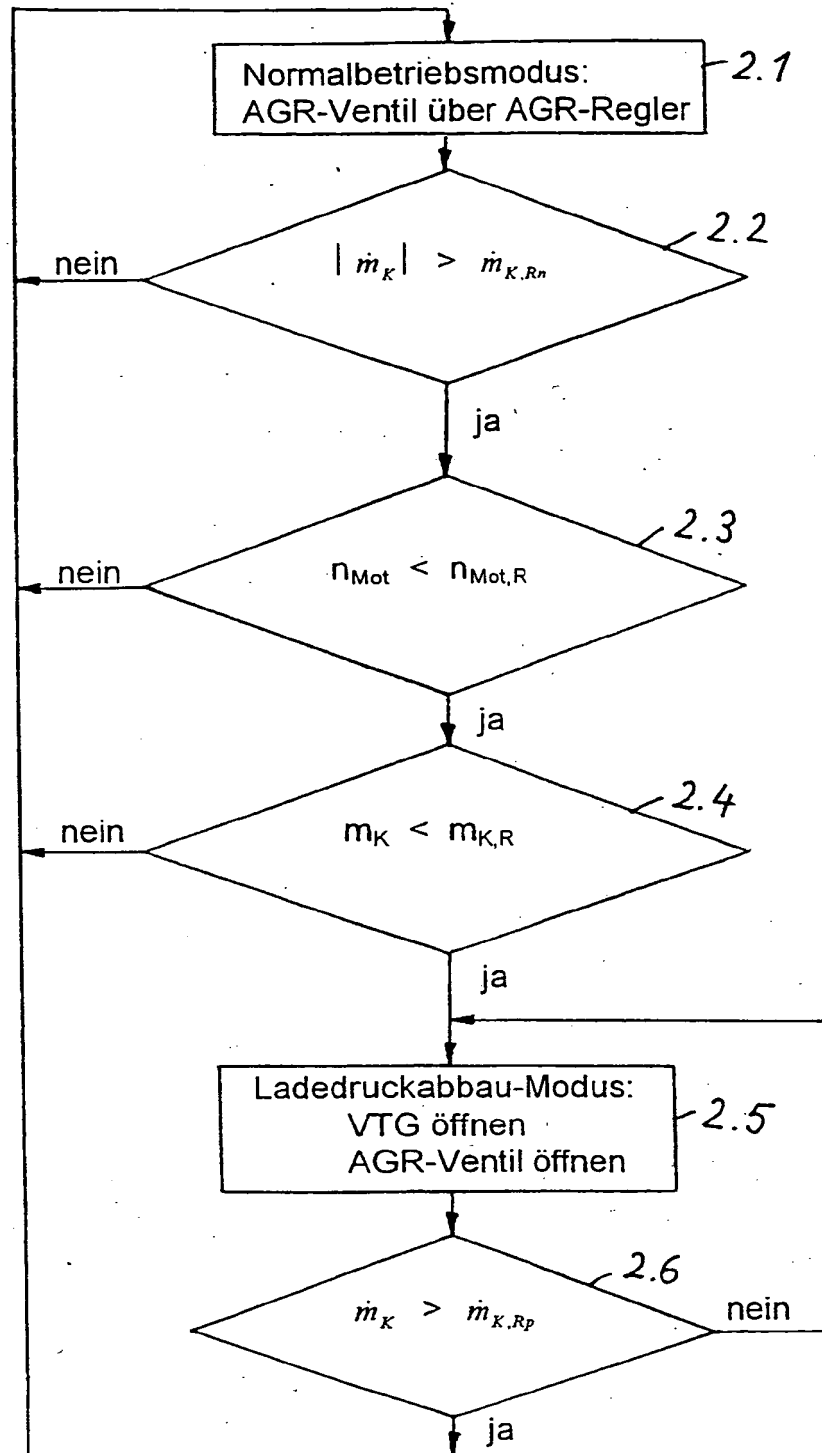


Fig. 2